

中藤成実*: 日本産オオバノハチジョウシダの細胞地理学的研究

Narumi NAKATÔ*: A cytogeographic study on the Japanese *Pteris excelsa* complex

オオバノハチジョウシダは、ヒマラヤから東南アジア各地・中国・朝鮮・日本・ハワイ諸島にかけて分布している大型のシダである。本種の学名として一般に *Pteris inaequalis* Bak. var. *aequata* Tagawa (Tagawa 1938) が用いられている。しかしハワイ諸島から記載された *P. excelsa* Gaud. と同じであるという Shieh (1966) の意見に従って本論文では *P. excelsa* を使用する。

本種の染色体数と生殖様式に関して、既にいくつかの報告がある。Verma (in Fabbri 1963) と Verma & Goloknath (1967) は、*P. excelsa* が $n=29$ を示す2倍体有性生殖型であると報告した。また、日本産のものは (*P. inaequalis* var. *aequata* の名で) Mitui (1965)・Kurita (1967)・川上 (1971) が、同じく2倍体有性生殖型を報告している。しかし、百瀬 (1967) は、尾鷲産の材料で前葉体の形態観察を行ない、*P. inaequalis* var. *aequata* が無配生殖をすることを確認した。したがって、日本産オオバノハチジョウシダには、2倍体有性生殖型のみでなく、無配生殖型も存在することが判明している。

筆者は、日本各地から採集した14個体について細胞学的な観察を行ない、オオバノハチジョウシダには、少なくとも3つのサイトタイプがあることを確認した。本論文では、細胞学的な観察結果と、それらサイトタイプの地理分布について報告する。

材料と方法 材料は、日本の14産地から得た14個体である(表1)。証拠標本は、国立科学博物館に収めてある(TNS 323165~323203)。体細胞染色体は根端細胞を、8-オキシキノリン前処理(0.002 M, 3時間)、45%酢酸固定(10分)、1N塩酸解離(1分)の後、押しつぶし法を用いて観察した。染色には、0.75%酢酸ゲンチアナ紫を用いた。胞子母細胞における減数分裂の観察には、酢酸カーミン押しつぶし法を使用した。また、生殖様式を知るため、各個体で1胞子嚢内の胞子数を算定した。

胞子の大きさの測定には、カナダバルサムで直接封じたものを用いた。1標本について100個の胞子の最大径を測定し、平均値を胞子の大きさとした。また、東京大学(TIおよびTOFO)、京都大学(KYO)、国立科学博物館(TNS)の各標本室に保管されている標本の胞子も、同様な方法で観察した。

* 東京都立五日市高等学校, Itsukaichi High School, Nishitama-gun, Tokyo.

表 1 材料の産地と観察結果の要約

| 産 地 | 体細胞 染色体数 | 倍数性と生殖型 | 胞子の大きさ |
|-------------|-------------|-----------|----------|
| 神奈川県足柄下郡湯ヶ原 | 58 | 2 倍体有性生殖型 | 40.1±2.4 |
| 静岡県田方郡湯ヶ島 | " | " | 37.7±1.7 |
| 静岡県磐田郡水窪 | " | " | 38.5±2.8 |
| 福井県吉田郡永平寺 | " | " | 39.3±2.3 |
| 京都府京都市貴船 | " | " | 38.9±2.4 |
| 鹿児島県大口市布計 | " | " | 36.0±2.6 |
| 福岡県筑紫郡筑紫耶馬溪 | 58 | 2 倍体無配生殖型 | 50.6±4.5 |
| 福岡県久留米市高良山 | " | " | 49.0±4.1 |
| 長崎県長崎市道ノ尾 | " | " | 51.0±3.6 |
| 宮崎県宮崎市双石山 | " | " | 48.5±4.2 |
| 静岡県静岡市足久保 | 87* | 3 倍体無配生殖型 | 61.6±9.5 |
| 静岡県賀茂郡河津 | 87 | " | 63.3±5.1 |
| 鳥取県鳥取市松上 | " | " | 60.2±6.9 |
| 熊本県水俣市湯出 | " | " | 62.0±8.4 |

* 減数分裂時に、87個の2価染色体も観察された。

観察 1. 染色体数と生殖様式。14個体のうち、10個体は58本の体細胞染色体を有しており、2倍体であった（図1, AB）。残り4個体の体細胞染色体数は、87であり3倍体であった（図1, C）。2倍体群は、1胞子囊中の胞子数の違いにより、さらに二つに分類することができた。すなわち、6個体では、1胞子囊内に64個の胞子が生じるが、九州産の残り4個体では、32個の胞子を有していた。したがって、同じ2倍体でも、前者は有性生殖型、後者は無配生殖型と考えられる（Walker 1966）。

3倍体のうち、足久保産の材料で、減数分裂時に87個の二価染色体が観察された。さらに、1胞子囊内に稔性のあると思われる良型の充実した胞子が、最高32個観察された。以上のことから、この株は無配生殖型とみなすことができる。その他の3倍体でも、1胞子囊内に最高32個の充実した胞子が観察された。したがって、観察した3倍体はすべて、無配生殖型と考えられる。

結局、オオバノハチジョウシダには、少なくとも3つのサイトタイプが存在することが判明した（表1）。

2. 胞子の大きさ。証拠標本から採集した胞子の大きさを調べた結果を、表2に示す。2倍体有性生殖型の胞子の大きさは、 $36.0\mu\text{--}40.1\mu$ 、2倍体無配生殖型のものは、

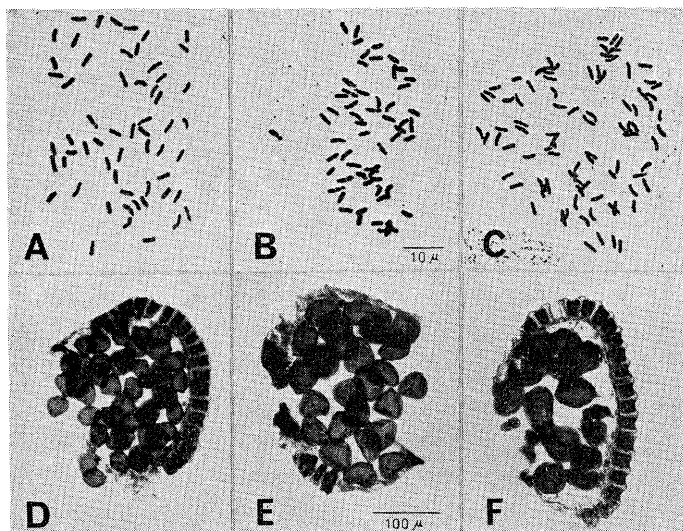


図1. 体細胞染色体 (A-C) と孢子 (D-F) の顕微鏡写真. A, D. 2倍体有性生殖型 (湯ヶ島産), $2n=58$, 1倍体孢子. B, E. 2倍体無配生殖型 (筑紫耶馬溪産), $2n=58$, 2倍体孢子. C, F. 3倍体無配生殖型 (河津産), $2n=87$, 3倍体孢子.

$48.5\mu-51.0\mu$, 3倍体無配生殖型のものは, $60.2\mu-63.3\mu$ であり, これらサイトタイプ間の差は有意と考えられる。

そこで, 上記標本室に収められている93枚の標本から孢子を採集し, その大きさを測定した (表2)。孢子の大きさによって, 標本を3つの群に分けることができた。孢子の小さい方から, 便宜上1群・2群・3群と名づける。1群に属する57枚の標本では, 孢子の大きさは $35.4(\pm 2.4)\mu-39.9(\pm 2.2)\mu$ であった。また, 2群の14枚の標本では, $48.6(\pm 2.8)\mu-52.7(\pm 4.0)\mu$, 3群の22枚の標本では, $56.8(\pm 4.5)\mu-63.4(\pm 6.3)\mu$ であった。これら3つの群の孢子の大きさは, 証拠標本で得られた3つのサイトタイプのものと, それぞれよく一致している (表2)。したがって, 各群の孢子の倍数性は, それぞれ1倍性・2倍性・3倍性と考えられる。1倍体の孢子を形成するのは, 2倍体

表2 孢子の大きさと標本数

| | | | | | | | | | | | |
|----------|--|----|----|----------|---|---|----------|---|---|----|---|
| 胞子の大きさ | 34-36-38-40-42-44-46-48-50-52-54-56-58-60-62-64(μ) | | | | | | | | | | |
| | 二倍体有性生殖型 | | | 二倍体無配生殖型 | | | 三倍体無配生殖型 | | | | |
| 証拠標本の数 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | | 2 | 2 | | | |
| 標本室の標本の数 | 1 | 26 | 30 | | 5 | 7 | 2 | 2 | 4 | 10 | 6 |

有性生殖型であるので、1 群に属する標本は、2 倍体有性生殖型のものと考えられる。また、2 群と 3 群の標本は、それぞれ 2 倍体と 3 倍体の無配生殖型と推察される。しかし、未発見ではあるが 4 倍体と 6 倍体の有性生殖型がもし存在するならば、それらの胞子は 2 倍体と 3 倍体である。このような未発見のサイトタイプの胞子が、2 群と 3 群に含まれている可能性は否定できない。したがって、2 群・3 群に属する標本は、2 倍体有性生殖型から派生したサイトタイプのもの、と考えられる。

調査した標本の産地は、図 2 に示されている。この図から、2 倍体有性生殖型も、他の派生的サイトタイプも、広く日本に分布していることが判明した。しかし、分布の傾向として、2 倍体有性生殖型は、分布域中の内陸部・北部により多く分布しているようである。本種の分布北限である北陸地方では、2 倍体有性生殖型とみなされるもののみが見出された。これに対し、派生的なサイトタイプのものは、九州・紀伊半島・伊豆・東海地方等の、温暖な地域に多く分布していることが判明した。

考察 以上の観察から、日本産オオバノハチジョウシダには、従来細胞学的考察から知られていた 2 倍体有性生殖型の他に、2 倍体と 3 倍体の無配生殖型が存在することが明らかとなった。これらのサイトタイプは、胞子の大きさに顕著な差を示し、分布域でも多少の差を示している。しかし、外部形態には顕著な差は認められなかった。

有性生殖型と無配生殖型の分布域の比較については、外国で 1-2 の報告がある。Tryon & Britton (1958) と Tryon (1968) は、南北アメリカ産の *Pellaea* 属において、同一種内で有性生殖型と無配生殖型が存在する種では、派生的な無配生殖型の方が、より広い分布域を有していることを報告している。また、広域種として知られているオオバノイノモトソウ (*P. cretica* L.) は、世界各地から無配生殖型が報告されており (Chiarugi 1960; Fabbri 1963, 1965 等)、日本産のものも細胞学的にも (Walker 1962; Mitui 1965; 中藤 1975)、また発生学的にも (百瀬 1948; Kanamori 1972) 無配生殖型であることが確かめられている。この種の有性生殖型は、Walker



図 2. 標本室の標本の産地。●: 2 倍体有性生殖型。x: 2 倍体有性生殖型から派生したサイトタイプ。

(1962) と Roy et al. (1971) により、2 倍体が報告されているにすぎない。このように、無配生殖型は有性生殖型よりも、一般に広い分布域を有している。しかし、今回のオオバノハチジョウソウダの観察では、2 倍体有性生殖型が広く分布していることが判明した。このことは、Verma & Goloknath (1967) が W. Himalaya 産のもので、2 倍体有性生殖型を報告していることから裏づけられる。

Bir (1972) は、*Asplenium* 属等の種内倍数性が存在する種について、Himalaya, South India, Ceylon 産のものを比較し、熱帯の Ceylon に高次倍数性のものが分布していることを確かめた。一方、Mitui (1968, 1973) は、タチシノブ (*Onychium japonicum* Kunze) 等で、台湾産のものが2 倍体、日本産のものが4 倍体であり、また、亜熱帯の小笠原産のオニヤブソテツ (*Cyrtomium falcatum* Pr.) が2 倍体で、日本本土のものは3 倍体・4 倍体であると報告している。さらに、Mitui (1968) と武井 (1974) は、ノキシノブ (*Lepisorus thunbergianus* Ching) では、2 倍体は温暖な海岸地方に、4 倍体は内陸部に分布することを報告した。このように、日本に関するシダフロラでは、Bir の報告と逆の例が数多く見出されている。今回調査したオオバノハチジョウソウダでは、北方に祖先的な2 倍体有性生殖型が、より温暖な地域に派生的なサイトタイプが分布していることが判明した。この結果は、Bir と同様であり、オオバノハチジョウソウダの種内分化は、分布域中のより温暖な地域で活発である、と考えることができよう。

終りに、本研究に興味を示し常に励まして下さった、元東京学芸大学助教授・故川崎次男博士、ならびに本報告をまとめるにあたり、有益な助言を戴いた、日本歯科大学・三井邦男博士に深謝いたします。また、標本の使用を許された上記標本室の方々、産地を教えて下さった日本シダの会会員の方々に深謝いたします。

Summary

The chromosome numbers and reproduction modes were examined in 14 plants of *Pteris excelsa* from 14 localities in Japan. Three cytotypes, sexual diploid, apogamous diploid and apogamous triploid forms were found in these specimens (A, D; B, E; C, E in Fig. 1. respectively). These cytotypes could hardly be distinguished by the external morphological characters. However, they could be separated from one another by the spore length, which evidently correlated with spore ploidy. The average length of spores is 36.0μ – 40.1μ in the sexual diploids, 48.5μ – 51.0μ in the apogamous diploids and 60.2μ – 63.3μ in the apogamous triploids. These three groups separated by the spore size are also recognized among 93 herbarium specimens deposited in TI, TOFO, KYO and TNS. The average length of the first

group is 35.4μ - 39.9μ which is correlated to that of diploid sexual type. Other two groups are characterized by the average length of spores, 48.6μ - 52.7μ and 56.8μ - 63.4μ respectively. The specimens of these two groups are considered to belong to apogamous diploid or triploid types. However, the possibility that specimens of unknown cytotypes such as sexual tetraploid and/or hexaploid might be included in them can not be eliminated. Comparison of the geographical distribution patterns of the sexual diploid and other cytotypes in this species show that the sexual diploid (● in Fig. 2.) are wider ranging and other cytological races (× in Fig. 2.) are abundant in southern parts in Japan. From these results, it is concluded that the differentiation of *P. excelsa* is more active in the warm temperate regions than in the cool ones.

文 献

- Bir, S.S. 1972. Cytologia 37: 175-196. Chiarugi, A. 1960. Caryologia 13: 27-150. Fabbri, F. 1963. Caryologia 16: 237-335. — 1965. ibid. 18: 675-731. Kanamori, K. 1972. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec. B, 15: 111-131. 川上昭吾 1971. 植雑 84: 180-186. Kurita, S. 1967. Ann. Rep. For. Stud. Coll. Chiba Univ. 2: 57-61. Mitui, K. 1965. Journ. Jap. Bot. 40: 117-124. — 1968. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec. B, 13: 285-333. — 1973. Journ. Jap. Bot. 48: 247-253. 百瀬静男 1948. 植研 22: 77-81. — 1967. 日本産シダの前葉体, 東京大学出版会. 中藤成実 1975. 植研 50: 119-125. Roy, R.P., B.M.B. Sinha & A.R. Sakya 1971. Brit. Fern Gaz. 10: 193-199. Shieh, W.C. 1966. Bot. Mag. Tokyo 79: 283-292. Tagawa, M. 1938. Journ. Jap. Bot. 14: 595-605. 武井雅宏 1974. 植研 49: 356-359. Tryon, A.F. & D.M. Britton 1958. Evolution 12: 137-145. Tryon, A.F. 1968. Rhodora 70: 1-24. Verma, S.C. & M. Goloknath 1967. In IOPB chromosome number reports X. Presented by A. Löve. Taxon 16: 146-157. Walker, T.G. 1962. Evolution 16: 27-43. — 1966. B.S.B.I. Confer. Rep. 9: 152-161.